



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0098058
(43) 공개일자 2017년08월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61H 1/02 (2006.01) A61B 5/02 (2006.01)
A61B 5/0488 (2006.01) A61B 5/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61H 1/02 (2013.01)
A61B 5/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0019955
(22) 출원일자 2016년02월19일
심사청구일자 2016년02월19일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
배상현
광주광역시 남구 용대로74번길 8, 103동 801호 (봉선동, 모아엘가아파트)
서대웅
광주광역시 동구 필문대로 12-7, 105동 1101호 (계림동, 금호타운)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인아이엠

전체 청구항 수 : 총 4 항

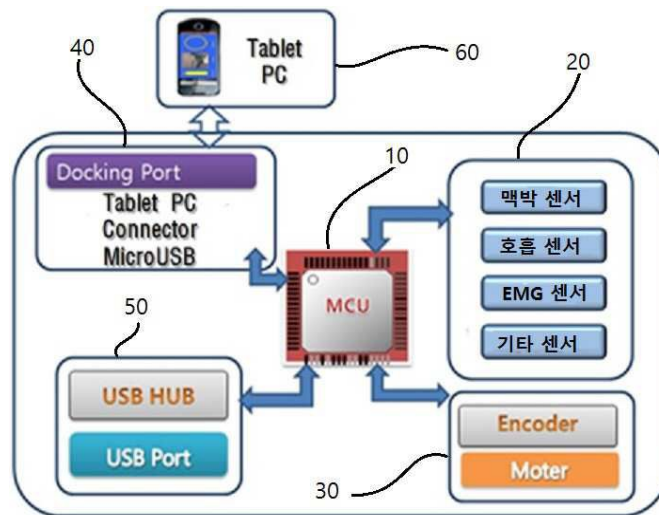
(54) 발명의 명칭 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템

(57) 요약

본 발명은 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 각 사용자의 근전도와 생체신호를 측정 후 신경망으로 학습시켜 사용자의 근전도 및 생체신호 상태에 따라 재활 동작부의 토크 출력을 제어함으로써 사용자 맞춤형으로 재활운동 수행이 가능한 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템에 관한 것이다.

본 발명에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템은, 사용자의 생체신호를 측정하는 생체신호 측정부와, 사용자의 재활운동을 위해 사용자의 관절을 동작시키기 위한 액츄에이터가 구비된 재활기구부와, 상기 생체신호 측정부로부터 수신된 생체신호를 분석하여 재활기구부의 액츄에이터 출력 크기를 산출하여 그 출력 크기에 따라 상기 재활기구부의 액츄에이터를 구동시키는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/0488 (2013.01)
A61B 5/08 (2013.01)
A61H 1/0237 (2013.01)
A61H 1/0274 (2013.01)
A61H 2201/50 (2013.01)
A61H 2230/255 (2013.01)
A61H 2230/405 (2013.01)
A61H 2230/605 (2013.01)

(72) 발명자

문진영

광주광역시 동구 필문대로 12-7, 105동 1101호 (계림동, 금호타운)

허원식

광주광역시 서구 풍암순환로 183, 101동 511호 (풍암동, 우미광장아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2015-C-0014-010109
부처명	교육부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	산학협력선도대학(LINC)육성(0.5)
연구과제명	차량용 운전자 생체 측정용 시스템 보드 개발
기 여 율	1/1
주관기관	조선대학교 산학협력단
연구기간	2015.08.01 ~ 2016.01.31

명세서

청구범위

청구항 1

사용자의 생체신호를 측정하는 생체신호 측정부와,

사용자의 재활운동을 위해 사용자의 관절을 동작시키기 위한 액츄에이터가 구비된 재활기구부와,

상기 생체신호 측정부로부터 수신된 생체신호를 분석하여 재활기구부의 액츄에이터 출력 크기를 산출하여 그 출력 크기에 따라 상기 재활기구부의 액츄에이터를 구동시키는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부에는 적어도 하나 이상의 생체신호를 입력변수로 입력받아 출력 크기를 출력변수로 출력하는 신경망 알고리즘이 포함된 것을 특징으로 하는 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 신경망 알고리즘의 입력변수에는 사용자 근전도, 맥박, 호흡 수치 중에서 적어도 하나 이상이 포함되고,

상기 액츄에이터는 모터이고, 상기 신경망 알고리즘의 출력변수는 상기 모터의 토크인 것을 특징으로 하는 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 출력변수는 등근육 경직 척도(MAS, Modified Ashworth Scale)에 대응되게 복수의 등급으로 분류된 것을 특징으로 하는 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 각 사용자의 근전도와 생체신호를 측정 후 신경망으로 학습시켜 사용자의 근전도 및 생체신호 상태에 따라 재활 동작부의 토크 출력을 제어함으로써 사용자 맞춤형으로 재활운동 수행이 가능한 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 사회적 고령화로 인한 노인성 질환 환자는 나날이 증가하고 있다. 노인성 질환의 대표적 예인 뇌졸중은 최근 국내 환자만 150여만 명으로 집계되는 등 그 수가 급격하게 증가하고 있으며, 이들 뇌졸중 환자의 치료나 재활이 사회적 문제로까지 대두되고 있다. 뇌졸중으로 인한 증상은 많은 경우 편마비 증상으로 나타난다. 특히, 하지마비의 경우 상당부분 회복 가능하지만, 상지 마비의 경우 70퍼센트 이상이 만성기로 가기 때문에 지속적인 재활훈련이 요구되게 된다.

[0003] 최근에는 이와 같은 뇌졸중 환자 등의 재활훈련을 보조하기 위해 로봇 기술이 접목된 각종 재활훈련장치가 등장하고 있다. 이러한 재활훈련장치의 마비 환자에 특정 동작 등을 반복하게 하거나 재활훈련시 근력 등을 보조하여 간병인이나 재활치료사 등의 도움이 없이도 환자 지속적으로 재활훈련을 할 수 있도록 보조하고 있다.

[0004] 일례로 대한민국 등록특허 제10-1227861호에는 상지근력보조기구에 대한 기술이 개시되어 있으며, 대한민국 등록특허 제10-1299351호에는 장애인 및 노약자의 하지 운동 및 재활훈련을 위하여 사용자의 하체에 착용하는 외

골격을 휠체어 형태의 리프트 및 주행부와 함께 결합한 휠체어 결합형 하지 운동/재활훈련 장치에 관한 기술이 개시되어 있다.

[0005] 상기와 같은 재활훈련장치는 급격히 증가하는 노인성 질환의 마비 환자들에게 간병인이나 재활치료사 없이도 재활훈련을 지속적 유지할 수 있게 한다는 점에서 큰 효과를 거두고 있다.

[0006] 그러나 종래의 경우 환자의 훈련의도와는 무관하게 훈련이 수행되어 훈련효과를 떨어뜨리는 문제점이 있으며, 특히, 상지나 하지의 자력 거동이거의 불가능한 중증 마비 환자의 경우, 훈련의도를 표현할 방법이 없어 환자의 의도에 따라 재활훈련이 이뤄지지 못하는 한계를 가지고 있었다. 기존의 재활장치는 하지 운동 및 재활만이 가능하고 재활시 장애인이나 환자의 상태를 고려하지 않고 재활장치가 구동되기 때문에 경우에 따라 중증 환자나 장애인이 이용할 수 없거나 높은 강도의 재활을 요구되는 환자 등에는 효과가 없는 단점을 갖는다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1227861호 : 상지근력보조기구

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제1299351호 : 휠체어 결합형 하지 운동/재활훈련 장치

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기와 같은 점을 인식하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 각 사용자의 근전도와 생체신호를 측정 후 신경망으로 학습시켜 사용자의 근전도 및 생체신호 상태에 따라 재활 동작부의 토크 출력을 제어함으로써 사용자 맞춤형으로 재활운동 수행이 가능한 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템은, 사용자의 생체신호를 측정하는 생체신호 측정부와, 사용자의 재활운동을 위해 사용자의 관절을 동작시키기 위한 액츄에이터가 구비된 재활기구부와, 상기 생체신호 측정부로부터 수신된 생체신호를 분석하여 재활기구부의 액츄에이터 출력 크기를 산출하여 그 출력 크기에 따라 상기 재활기구부의 액츄에이터를 구동시키는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 본 발명에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템은, 상기 제어부에는 적어도 하나 이상의 생체신호를 입력변수로 입력받아 출력 크기를 출력변수로 출력하는 신경망 알고리즘이 포함된 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템은, 상기 신경망 알고리즘의 입력변수에는 사용자 근전도, 맥박, 호흡 수치 중에서 적어도 하나 이상이 포함되고, 상기 액츄에이터는 모터이고, 상기 신경망 알고리즘의 출력변수는 상기 모터의 토크인 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 본 발명에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템은, 상기 출력변수는 등근육 경직 척도(MAS, Modified Ashworth Scale)에 대응되게 복수의 등급으로 분류된 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0013] 상기와 같은 구성에 의하여 본 발명에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템은 각 사용자의 근전도와 생체신호를 측정 후 신경망으로 학습시켜 사용자의 근전도 및 생체신호 상태에 따라 재활 동작부의 토크 출력을 제어함으로써 사용자 맞춤형으로 재활운동 수행이 가능한 장점을 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템의 측정 및 제어를 위한 구성을 도시한 도면

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템의 생체신호 분석 시스템의 구성을 도시한

도면

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템의 토크 제어를 위한 신경망 구성을 도시한 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 이하에서는 도면 및 실시예를 참조하여 본 발명에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템을 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0016] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템의 측정 및 제어를 위한 구성을 도시한 도면이고, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템의 생체신호 분석 시스템의 구성을 도시한 도면이며, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템의 토크 제어를 위한 신경망 구성을 도시한 도면이다.
- [0017] 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템은 사용자의 상하지 등의 신체 재활을 위한 재활기구부가 구비된다.
- [0018] 상기 재활기구부(30)는 사용자의 어깨와 손목 사이의 신체 부위를 재활하기 위하여 사용자 좌·우측 팔의 견관절(어깨), 주관절(팔목), 및 수관절(손목)을 운동시키는 상지 재활을 위한 부분이나, 사용자 좌·우측 다리의 고관절(다리), 슬관절(무릎), 족관절(발목)을 운동시키는 하지 재활을 위한 부분으로 구성되어 질 수 있다. 이러한 재활기구부(30)에는 사용자의 관절을 움직이도록 하기 위한 모터와 같은 액츄에이터가 구비된다.
- [0019] 본 발명은 상기의 재활기구부(30)의 액츄에이터에 의해 출력되는 출력의 크기, 즉 토크를 사용자의 운동능력을 담고 있는 생체신호를 측정하여 그 생체신호를 분석한 결과에 따라 적절하게 제어하기 위한 것이다. 이를 위하여 본 발명에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템은 사용자의 생체신호를 측정하기 위한 생체신호 측정부(20) 및 측정된 생체신호로부터 재활기구부(30) 구동을 적절히 제어하기 위한 제어부(10)에 관한 구성이 구비되는데, 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템의 측정 및 제어를 위한 구성을 도시한 도면이다.
- [0020] 도 1을 참조하면, 생체신호 측정부(20)로부터 측정된 사용자의 뇌파(Electroencephalogram; EEG)나 근전도(Electromyogram; EMG), 호흡, 맥박 등과 같은 생체신호로부터 제어부(10)가 사용자의 운동능력 패턴을 분석하고 진단 소프트웨어를 통해 이 운동능력 패턴에 따른 사용자의 재활 운동 범위(관절), 시간, 강도 등을 산출하여 재활기구부(30)의 동작을 제어한다. 특히, 본 발명은 제어부(10)가 측정된 생체신호를 학습알고리즘(신경망, SVM 등)을 이용하여 분석하고, 이를 통해 재활기구부(30)의 동작을 제어하도록 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0021] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템은 사용자 인터페이스 구현을 위해 태블릿 PC(60)를 부착하여 터치스크린 인터페이스로 활용할 수 있도록 도킹 포트(40, Docking Port)가 구비되어 태블릿 PC(60)를 재활 시스템에 연동될 수 있게 하여 보조 컨트롤 보드 및 사용자 인터페이스로 수행될 수 있도록 구성된다. 또한, 본 발명은 외부기기와의 연결을 위한 USB 포트 등이 구비된 통신부(50)가 구비된다. 상기 통신부(50)을 통해 연결된 외부 기기를 통해 본 발명에 따른 재활 시스템의 제어를 보조할 수 있으며, 측정된 생체신호나 분석된 생체신호 및 재활 운동 관련 데이터는 상기 통신부(50)을 통해 외부 기기로 송신되어 축적 및 가공될 수 있다.
- [0022] 특히, 상기 사용자 인터페이스에 재활 시스템의 배터리 잔량 및 재활 운동 기능성 정도를 파악할 수 있도록 구성된다.
- [0023] 상술한 바와 같이 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템은 사용자의 재활 운동 수행시 효율적인 재활 운동이 가능하도록 사용자의 생체정보(맥박, 호흡, 근전도)를 측정, 획득한 데이터를 통해 재활에 따른 생체 신호 변화 결과를 피드백 할 수 있도록 구성된다.
- [0024] 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템은 재활 동작할 때 센서 정보가 늦어지면 심각한 위험을 초래할 수 있기 때문에 센서 정보 처리와 모터 제어는 실시간으로 이루어지도록 설계되는 것이 바람직하다.
- [0025] 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템은 사용자의 생체신호(근전도, 맥박, 호흡)를 측정하여 실시간으로 센싱된 생체 데이터를 분석하여 재활에 따른 생체 신호 변화 결과를 모니터링 할 수 있도록 인

터페이스를 구현하는 것이 바람직하며, 이는 스마트폰 등과 같은 모바일 단말기와 연동이 가능하도록 구성될 수 있다.

[0026] 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템은 상하지 등의 재활 운동과 관련된 인터페이스로 상하지 등의 재활 운동이 사용자의 근전도 및 생체신호에 따라 지능적으로 재활 운동이 가능하도록 구현되며, 정/역방향 운동, 좌/우측, 운동 강도, 시간을 사용자가 직접 선택 할 수 있도록 구성된다.

[0027] 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템은 지능적 재활 운동을 수행하기 위해서 각 사용자의 근전도 및 생체신호(맥박, 호흡)를 측정 후 신경망으로 학습시켜 사용자의 근전도 및 생체신호에 따라 토크 출력을 제어하여 사용자 맞춤형 재활 운동을 수행한다.

[0028] 사용자의 근력에 맞게 토크 값을 제어하기 위해서 본 발명에서는 기계학습 알고리즘에서 가장 널리 이용하는 신경망 알고리즘을 사용하였다. 신경망 알고리즘에서 연결강도를 조절하는 방법이 여러 가지가 있으나 본 발명은 목적 좌표 값과 실제 출력 값 사이의 오차를 바탕으로 수행한다. 이렇게 연결강도를 조절하는 과정을 학습규칙이라 하는데, 본 발명에서는 학습에서 가장 많이 사용하는 역전파 알고리즘(Backpropagation Algorithm)을 사용한다. 역전파 알고리즘(Backpropagation Algorithm)은 다층 신경망에 관련된 가중치 및 임계 값들에 관한 해를 반복적으로 구하는 일반적인 방법으로서 기본원리는 다음과 같다. 입력층의 각 뉴런에 입력 패턴을 주면 이 신호는 각 뉴런에서 변환되어 중간층에 전달되고 최후에 출력층에서 신호를 출력하게 된다. 이 출력 값과 기대 값을 비교하여 차이를 줄여나가는 방향으로 연결강도 즉 가중치를 갱신하고 상위층에서 역전파하여 하위층에서는 이를 근거로 다시 자기층의 연결강도를 조정해 나가면서 학습한다. 역전파 알고리즘(Backpropagation Algorithm)은 미분의 반복 규칙 즉, 기울기를 따라가는 방법이다. 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템의 생체신호 분석 시스템의 구성을 도시한 도면이다. 도 2를 참조하면, 생체 신호를 맥박 센서 등을 통해 신호를 측정하고, 측정된 신호를 분석하여 재활 정도를 분석하여 이에 따라 재활구동부의 모터 등의 출력(토크)를 제어하게 된다.

[0029] 이하에서는 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템의 구체적인 신경망 알고리즘 일 실시예를 설명한다.

[0030] 상술한 바와 같이 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템은 인공 신경망에서 다층 신경망을 학습시키기 위해 일반적으로 널리 이용되고 있는 역전파 신경망 알고리즘 사용한다. 다층 퍼셉트론은 단층 퍼셉트론과 유사한 구조를 가지고 있지만 은닉층과 각 입력 노드의 입출력 특성을 비선형으로 함으로써 네트워크의 능력을 향상시켰다.

[0031] 본 발명은 사용자의 근전도 및 생체신호의 상태에 따라 토크 출력을 제어하기 위해서 역전파 알고리즘(Backpropagation Algorithm)을 적용하며, 사용자의 근전도와 일반적인 생체신호(맥박, 호흡)를 각각 측정한 후, 측정된 데이터들을 역전파 알고리즘(Backpropagation Algorithm)에 적용하여 학습한 후에 분류된 등급에 따라 토크 출력을 제어한다. 신경망 알고리즘으로 학습시키기 위해 입력 값으로는 사용자의 근전도와 생체 데이터(맥박, 호흡)를 사용하였고 신경망 알고리즘으로 학습 후 분류된 토크 출력 값은 만성 편마비 환자를 대상으로 환자의 상태를 평가한 근육 경직 척도(MAS) 지수를 이용하여 사용자의 근력 수준에 따른 토크 출력 분류를 하였다. 표 1은 환자의 상태를 평가한 근육 경직 척도(MAS, Modified Ashworth Scale) 지수의 평가와 평가정도이며, 표 2는 본 발명에 따른 일실시예에 적용된 사용자 근력에 따른 토크 출력 등급 분류이다.

표 1

[0032]

Grade	Condition
0	환측 사지를 운동시킬 때 근긴장도의 증가가 없음
1	환측 사지의 굽힘과 펴짐 운동을 시킬 때 관절 가동범위의 끝부분에서 약간의 저항이 감지되며, 근긴장도가 약간의 증가를 보임
1+	환측 사지를 움직일 때 관절 가동범위의 1/2 이하에서부터 약간의 저항이 감지되며, 근긴장도가 약간의 증가를 보임
2	대부분의 관절 가동범위에서 현저한 근긴장도의 증가를 보이지만 쉽게 환측 사지를 굽힐 수 있음
3	대부분의 관절 가동범위에서 상당히 많은 양의 근긴장도의 증가를 보이며 수동운동이 어려움
4	환측 사지에 있어서 수동운동이 불가능

표 2

[0033]

토크출력 분류단계	근력등급			내 용
1	0	Zero	Z	관찰 가능한 근 수축 없음
2	1	Trace	T	움직임은 없으나 관찰 혹은 근 수축이 느껴짐
3	2-	Poor-	P-	중력 없는 상태에서 일부 ROM 가능
4	2	Poor	P	중력 없는 상태에서 전체 ROM 가능
5	2+	Poor+	P+	중력을 이기고 50% 이하의 ROM 가능
6	3-	Fair-	F-	중력을 이기고 50% 이상의 ROM 가능
7	3	Fair	F	중력을 이기고 전체 ROM 가능
8	3+	Fair+	F+	중력을 이기고 약간의 저항을 이기고 전체 ROM 가능
9	4	Good	G	중력을 이기고 중등도의 저항을 이기고 전체 ROM 가능
10	5	Narmal	N	중력을 이기고 최대 저항을 이기고 전체 ROM 가능

[0034]

표 3은 학습을 위한 신경망 입출력 변수 선정을 정리한 것이다. 표 3에서 보는 것과 같이 근력 및 생체신호 분류를 위한 입력변수로 사용자 근전도, 맥박, 호흡 수치를 사용하여 신경망에 적용하였다. 한편, 표 4는 근력 및 생체신호에 따른 토크 출력 등급 분류를 정리한 것으로, 표 4와 같이 분류된 등급에 따른 토크 출력을 제어하였다. 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템의 토크 제어를 위한 신경망 구성을 도시한 도면이다.

표 3

[0035]

구 분	입력 변수	출력 변수
근력 및 생체신호에 따른 토크 출력 제어	근전도	토크 출력 등급
	맥박	
	호흡	

표 4

[0036]

토크출력 분류단계	근력등급			맥박	호흡수	토크 출력 값	
1	0	Zero	Z	60-65	12-14	수동운동 최소10%~최대 50% 미만 수준 (평균 25%)	
2	1	Trace	T	65-70	14-16		
3	2-	Poor-	P-	70-75	16-18		
4	2	Poor	P	75-80	18-20		
5	2+	Poor+	P+	80-85	20-22		
6	3-	Fair-	F-	85-95	22-24	능동 보조운동	최소 50%~ 최대 75%
7	3	Fair	F	95-105	24-26	능동 보조운동	최소 50%~ 최대 75%
8	3+	Fair+	F+	105-115	26-28	능동 보조운동	최소 50%~ 최대 75%
9	4	Good	G	115-125	28-30	능동 운동	최소 75%~ 최대100%
10	5	Normal	N	125이상	30-32	저항운동	100%

[0037]

이하에서는 본 발명의 일실시예에 따른 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템의 알고리즘의 성능을 실험하기 시스템을 구성하고 그 구현된 시스템으로 피험자가 재활 운동을 수행하였다. 실험을 위하여 구현된 본 발명의 일실시예에 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템은 근전도 신호를 얻기 위해 특정한 근육에서 정확한 근전도 신호를 측정하기 위해서 일반적으로 사용되는 침 전극 법이 이용할 수 있으나, 사용자의 몸에 바늘을 투입해야 하는 불편함이 있으므로 비교적 측정이 용이한 표면 전극법을 이용하였다. 상하지 근전도 신호 수집에는 4-채널 근전도 증폭기(LMX3204, Laxtha, Korea)를 사용하였고, 증폭도(Amplifier gain) 700, 대역통과필터 주파수(Band-pass filter frequency) 8-480Hz, 표본화 주파수(Sampling frequency) 1000Hz로 설정하였다.

[0038]

상지 근전도 측정을 위해 4개의 기록전극을 견관절과 주관절 운동에 관여하는 각각 상완이두근, 앞쪽삼각근, 상완삼두근, 외측삼각근에 부착하여 근전도 활성을 측정하였으며 하지의 근전도 측정을 위해 고관절과 슬관절 운동에 관여하는 대퇴이두근, 대퇴직근에 기록전극을 부착하여 근전도 활성을 측정하였다. 태블릿 PC(60)으로

구현된 사용자 인터페이스에서는 사용자의 생체 정보인 근전도, 맥박, 호흡 값이 실시간으로 출력된다.

[0039] 본 발명에 적용된 알고리즘의 성능을 실험하기 위해 피험자가 재활 운동을 30분간 10회 수행하면서 주기적(1분)으로 생체 데이터(근전도, 맥박, 호흡) 200개를 획득하였고 신경망 알고리즘으로 학습 후 분석하였다. 사용자의 근전도, 맥박, 호흡을 입력으로 총 200개의 생체 데이터를 1500번의 학습 횟수와 목표 오차율을 0.001로 설정하고 입력층 3개, 은닉층 15개, 출력층 1개로 구성된 역전파 알고리즘(Backpropagation Algorithm)으로 학습하였다. 학습한 결과 1388번의 학습 횟수와 오차율 0.0093으로 학습되었다.

[0040] 실험 결과에 대해 학습 데이터로부터의 영향을 최소화하고 신뢰성을 확보하기 위해 10-Fold 교차검증을 수행하였고, 표 5는 시스템의 분석 정확도(단위: %) 결과이다. 피험자의 재활 운동 수행 시 사용자의 근전도 및 생체 신호에 따른 토크 출력 분류에 대한 평균 정확도는 87.8%로 나타났다.

표 5

[0041]

Fold 번호	토크 출력 분석 정확도(%)
1	89.1
2	86.3
3	87.5
4	86.5
5	89.5
6	90.3
7	89.8
8	87.1
9	86.3
10	85.7

[0042] 앞에서 설명되고 도면에서 도시된 생체인식기반 맞춤형 재활 시스템은 본 발명을 실시하기 위한 하나의 실시예에 불과하며, 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 것으로 해석되어서는 안된다. 본 발명의 보호범위는 이하의 특허청구범위에 기재된 사항에 의해서만 정하여지며, 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 개량 및 변경된 실시예는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속한다고 할 것이다.

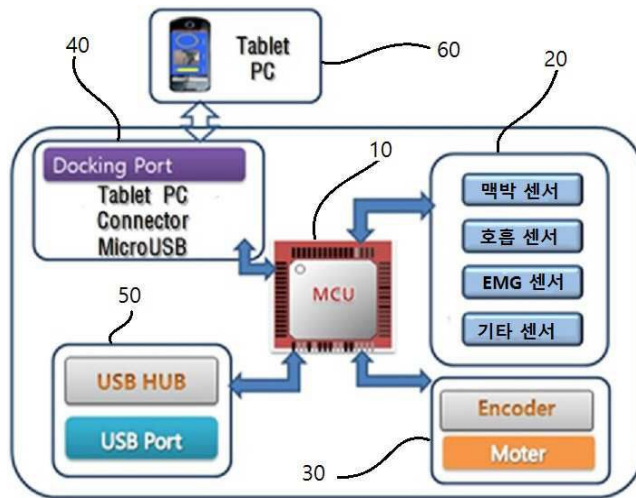
부호의 설명

[0043]

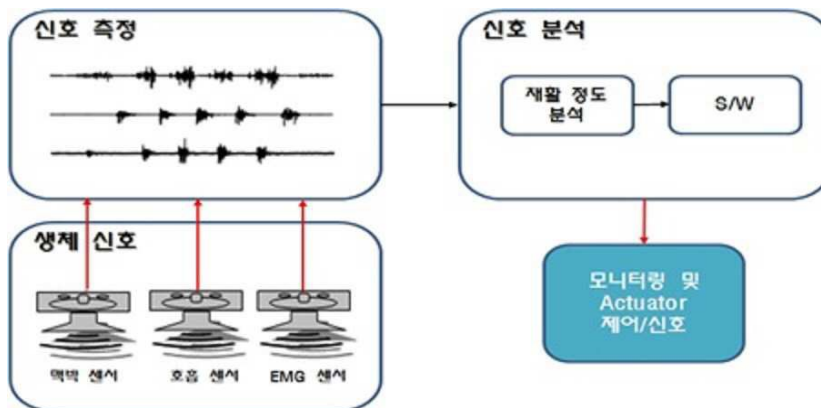
- 10 제어부
- 20 생체신호 측정부
- 30 재활기구부
- 40 도킹 포트
- 50 통신부
- 60 태블릿 PC

도면

도면1



도면2



도면3

